

BEST AVAILABLE COPY
THIS PAGE BLANK (USP)

METALLIC MOLD FOR CASTING AND ITS PRODUCING METHOD

Publication number: JP2003154437

Publication date: 2003-05-27

Inventor: SERA TOMOAKI; UNNO MASAHIKE; IGARASHI
MASAAKI

Applicant: SUMITOMO METAL IND

Classification:

- **international:** B22C3/00; B22C9/06; C22C38/00; C22C38/38;
C22C38/58; C23C8/10; B22C3/00; B22C9/06;
C22C38/00; C22C38/38; C22C38/58; C23C8/10; (IPC1-
7): B22C9/06; B22C3/00; C22C38/00; C22C38/38;
C22C38/58; C23C8/10

- **European:**

Application number: JP20010349928 20011115

Priority number(s): JP20010349928 20011115

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2003154437

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a metallic mold for casting excellent in erosion resistance, and its producing method. **SOLUTION:** The metallic mold for casting is contained by mass% of 0.1-0.6% C, 0.1-2% Mn, 1-7% Cr and 0.1-0.4% Mo and Si content in the range shown in the following (1) formula, $Si \leq (2.7/[Cr]) - 0.43 \dots (1)$ and provided with spinel structural oxide film having 0.2-30 μm thickness at least on the surface in contact with molten metal. Wherein, [Cr] in the (1) formula is solid solution Cr content (mass%) in a matrix obtained with the following (2) equation and each of element marks shows the content (mass%) in the respective elements. $[Cr] = -0.68C + 0.72Cr + 0.35C<2> + 0.020Cr<2> - 0.38C \times Cr + 0.76 \dots (2)$ This metallic mold can be produced by applying a heating treatment at 500-600 deg.C.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-154437

(P2003-154437A)

(43)公開日 平成15年5月27日 (2003.5.27)

(51) Int.Cl. ⁷ B 22 C 9/06	識別記号 3/00 C 22 C 38/00 3 0 1 3 0 2	F I B 22 C 9/06 3/00 C 22 C 38/00 3 0 1 H 3 0 2 Z	テマコード(参考) Q 4 E 0 9 2 D 4 E 0 9 3 B
		審査請求 未請求 請求項の数 6 O.L (全 6 頁)	最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-349928(P2001-349928)

(22)出願日 平成13年11月15日 (2001.11.15)

(71)出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72)発明者 濑羅 知曉

大阪府大阪市此花区島屋5丁目1番109号

住友金属工業株式会社関西製造所製鋼品
事業所内

(74)代理人 100083585

弁理士 穂上 照忠 (外1名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 鋳造用金型およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】耐溶損性に優れた鋳造用金型およびその製造方法の提供。

【解決手段】質量%で、C:0.1~0.6%、Mn:0.1~2%、Cr:1~7%およびMo:0.1~4%を含有し、Si含有量が下記の(1)式で示される範囲内にある鋳造用金型であ

$$Si \leq (2.7 / [Cr]) - 0.43 \quad \cdots (1)$$

$$[Cr] = -0.68C + 0.72Cr + 0.35C^2 + 0.020Cr^2 - 0.38C \times Cr + 0.76 \quad \cdots (2)$$

この金型は、500~600°Cで加熱処理することにより製造

*って、少なくとも溶融金属と接触する表面に厚さ0.2~30μmのスピネル構造の酸化被膜を備える鋳造用金型。ただし、(1)式中の[Cr]は、(2)式によって求められるマトリックス中の固溶Cr量(質量%)であり、(2)式中の各元素記号は、それぞれの元素の含有量(質量%)を示す。

することができる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】質量%で、C:0.1~0.6%、Mn:0.1~2%、Cr:1~7%およびMo:0.1~4%を含有し、Si含有量が下記の(1)式で示される範囲内にある铸造用金型であって、少なくとも溶融金属と接触する表面に厚さ0.2~3*

$$Si \leq (2.7 / [Cr]) - 0.43 \quad \cdots (1)$$

$$[Cr] = -0.68C + 0.72Cr + 0.35C^2$$

【請求項2】質量%で、C:0.1~0.6%、Mn:0.1~2%、Cr:1~6%およびMo:0.1~4%を含有し、Si含有量が下記の(3)式で示される範囲内にある铸造用金型であって、少なくとも溶融金属と接触する表面に厚さ0.2~3

0μmのスピネル構造の酸化被膜を備える铸造用金型。※

$$0.1 \leq Si \leq (2.7 / [Cr]) - 0.43$$

$$[Cr] = -0.68C + 0.72Cr + 0.35C^2$$

【請求項3】さらに、質量%で、Cu:2%以下およびNi:2%以下から選択される一種または二種を含み、残部がFeおよび不純物からなる請求項1または2のいずれかに記載の铸造用金型。

【請求項4】さらに、質量%で、W:2%以下、Nb:1%以下、Co:4%以下、V:1.5%以下、Zr:1%以下およびTi:1%以下から選択される一種以上を含み、残部がFeおよび不純物からなる請求項1または2のいずれかに記載の铸造用金型。

【請求項5】さらに、質量%で、Cu:2%以下およびNi:2%以下から選択される一種または二種、ならびにW:2%以下、Nb:1%以下、Co:4%以下、V:1.5%以下、Zr:1%以下およびTi:1%以下から選択される一種以上を含み、残部がFeおよび不純物からなる請求項1または2のいずれかに記載の铸造用金型。

【請求項6】請求項1から5までのいずれかに記載の化学組成を有する鋼に金型の形状とする加工を施した後、500~600°Cの加熱処理を施すことにより、少なくとも溶融金属と接触する表面に厚さ0.2~30μmのスピネル構造の酸化被膜を形成させることを特徴とする請求項1から5までのいずれかに記載の铸造用金型の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、低圧铸造、重力铸造等の非鉄金属铸造に用いられる金型およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】Al、Mg、Znの各単体金属またはこれらの合金等の非鉄金属製品の成形方法の一つに金型铸造があるが、このような铸造用金型には、铸造時の溶損に対する抵抗性が要求される。特に、溶融Alは、ほとんどの金属材料との反応性が高いため、溶融Alを金型铸造によって成形する場合には、金型の内面側が溶損を受けやすい。

【0003】このような铸造用金型の溶損を防止する種々の技術が提案されている。例えば、特開平6-179045号

* 0μmのスピネル構造の酸化被膜を備える铸造用金型。ただし、(1)式中の[Cr]は、(2)式によって求められるマトリックス中の固溶Cr量(質量%)であり、(2)式中の各元素記号は、それぞれの元素の含有量(質量%)を示す。

$$+ 0.020Cr^2 - 0.38C \times Cr + 0.76 \quad \cdots (2)$$

※ただし、(3)式中の[Cr]は、(2)式によって求められるマトリックス中の固溶Cr量(質量%)であり、(2)式中の各元素記号は、それぞれの元素の含有量(質量%)を示す。

$$\cdots (3)$$

$$+ 0.020Cr^2 - 0.38C \times Cr + 0.76 \quad \cdots (2)$$

公報には、铸造空間の狭隘部を形成する部分にセラミック溶射を施した铸造用金型が提案されている。しかし、セラミックス系の材料は、金属材料と比較して価格が高く、セラミック溶射によって金型が歪む場合もある。

【0004】特開平8-144039号公報には、所定の化学成分を有し、表面に浸炭処理を施すか、更に窒化処理、硝化処理を施した铸造用金型または接溶湯部材が提案されている。これにより耐溶損性は向上するが、更なる向上が求められている。

【0005】特開平9-111417号公報には、Cr:25~35%、Al:4~8%を含む鋼材の表面にAl₂O₃を主体とする被膜を形成させた金属溶湯接触部材が提案されている。しかし、この鋼材ではAlを多量に含有させる必要があるため、金型製造時に地きずが発生しやすい。また、鋼材表面にAl₂O₃を主体とする被膜を形成させるために1000~1300°Cの酸化雰囲気中で加熱保持する必要があり、このような高温下では金型が歪むおそれがある。

【0006】特開2000-219954号公報では、Si:2~10%を含有する鉄基合金材または鉄基合金材肉盛層の表面を酸化させて、珪素酸化物を多量に含む酸化被膜が2~20μmである溶融アルミニウム用耐食性部材が提案されている。しかし、Si:2~10%を含有するため、高温強度および韌性が低いという問題がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、複雑な熱処理工程を伴うことなく、金型が歪まない600°C以下という低温で酸化処理を施すだけで製造できる耐溶損性に優れた铸造用金型およびその製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は下記の铸造用金型およびその製造方法を要旨とする。

【0009】①質量%で、C:0.1~0.6%、Mn:0.1~2%、Cr:1~7%およびMo:0.1~4%を含有し、Si含有量が下記の(1)式で示される範囲内にある铸造用金型であって、少なくとも溶融金属と接触する表面に厚さ0.2~3

0μmのスピネル構造の酸化被膜を備える鋳造用金型。ただし、(1)式中の[Cr]は、下記の(2)式によって求められるマトリックス中の固溶Cr量(質量%)であり、*

$$Si \leq (2.7 / [Cr]) - 0.43 \quad \cdots (1)$$

$$[Cr] = -0.68C + 0.72Cr + 0.35C^2 \div 0.020Cr^2 - 0.38C \times Cr + 0.76 \quad \cdots (2)$$

【0010】②質量%で、C:0.1~0.6%、Mn:0.1~2%、Cr:1~6%およびNb:0.1~4%を含有し、Si含有量が下記の(3)式で示される範囲内にある鋳造用金型であって、少なくとも溶融金属と接触する表面に厚さ0.2~30μmのスピネル構造の酸化被膜を備える鋳造用金型。ただし、(3)式中の[Cr]は、上記の(2)式によって求められるマトリックス中の固溶Cr量(質量%)である。

$$0.1 \leq Si \leq (2.7 / [Cr]) - 0.43 \quad \cdots (3)$$

【0011】なお、上記の①または②の鋳造用金型は、Cu:2%以下およびNi:2%以下から選択される一種または二種、または/ならびに、W:2%以下、Nb:1%以下、Co:4%以下、V:1.5%以下、Zr:1%以下およびTi:1%以下から選択される一種以上を含み、残部がFeおよび不純物からなるのが望ましい。

【0012】③上記の①または②に記載の化学組成を有する鋼に金型の形状とする加工を施した後、500~600°Cの加熱処理を施すことにより、少なくとも溶融金属と接触する表面に厚さ0.2~30μmのスピネル構造の酸化被膜を形成させることを特徴とする上記の①または②に記載の鋳造用金型の製造方法。

【0013】

【発明の実施の形態】まず、本発明の鋳造用金型の化学成分の範囲およびその限定理由を述べる。以下の説明において、各成分の含有量の%は質量%を意味する。

【0014】(A) C:0.1~0.6%

Cは、鋼の軟化抵抗を上げるために有効な元素である。この効果を得るために、その含有量を0.1%以上とする必要がある。しかし、その含有量が0.6%を超えると、炭化物が過剰に形成し、韌性の低下を引き起こす。従って、Cの含有量を0.1~0.6%とした。

【0015】(B) Mn:0.1~2%

Mnは、鋼の焼入性を向上させて韌性を高めるのに有効な元素である。この効果を得るために、その含有量を0.1%以上とする必要がある。しかし、その含有量が2%を超えると、偏析して韌性の低下や高温強度の低下を招く。

$$Si \leq (2.7 / [Cr]) - 0.43 \quad \cdots (1)$$

$$[Cr] = -0.68C + 0.72Cr + 0.35C^2 \div 0.020Cr^2 - 0.38C \times Cr + 0.76 \quad \cdots (2)$$

【0019】本発明においては、後述するように、金型が歪まない低温域(600°C以下)の加熱処理によって、鋳造用金型の表面、特に、溶融金属と接触する表面に、所定の厚さのスピネル構造の酸化被膜を形成させる。低温域の加熱処理によってもスピネル構造の酸化被膜の厚さを増加させるためには、マトリックス中の固溶Cr量、即ち、上記の(2)式で示される[Cr]を減少させることが重要である。しかし、Siの含有量が多いと金型の母材

* (2)式中の各元素記号は、それぞれの元素の含有量(質量%)を示す。

※く。従って、Mnの含有量を0.1~2%とした。
【0016】(C) Cr:1~7%
Crは、金型表面にスピネル構造[(Fe, Cr)₃O₄、以下同じ。]の酸化被膜を形成させる元素である。スピネル構造の酸化被膜は、Fe₃O₄の酸化被膜と比較して母材との密着性に優れる。このようなスピネル構造の酸化被膜を金型表面に形成させるためには、Cr含有量を1%以上とする必要がある。一方、その含有量が7%を超えると、金型表面に形成される酸化被膜がCr₂O₃主体のものとなり、スピネル構造の酸化被膜を得ることができない。Cr₂O₃主体の酸化被膜は、金型表面に形成されてもその膜厚が薄いため、溶融金属による溶損を防止する効果が得られない。従って、Crの含有量を1~7%とした。望ましくは、1~6%である。

【0017】(D) Nb:0.1~4%

Nbは、炭化物を形成して金型の高温強度を向上させるのに有効な元素である。この効果を得るために、その含有量を0.1%以上とする必要がある。しかし、その含有量が4%を超えると、炭化物が過剰に生成して韌性の低下を招く。従って、Nbの含有量を0.1~4%とした。望ましいのは0.2~3%である。

【0018】(E) Si含有量が下記の(1)式で示される範囲内にあること

一般に、Siの含有量を増加させると、酸化被膜の密着性が向上するといわれているが、本発明者らの研究によって、表面にスピネル構造の酸化被膜を形成させる場合には、Siの含有量は、むしろ低減させた方が母材と酸化被膜の密着性を向上できることが明らかとなった。下記の(1)および(2)は、母材とその表面に形成されたスピネル構造の酸化被膜の密着性について検討を重ねた結果得られたものである。ただし、(1)式中の[Cr]は、(2)式によって求められるマトリックス中の固溶Cr量(質量%)であり、(2)式中の各元素記号は、それぞれの元素の含有量(質量%)を示す。

$$Si \leq (2.7 / [Cr]) - 0.43 \quad \cdots (1)$$

$$[Cr] = -0.68C + 0.72Cr + 0.35C^2 \div 0.020Cr^2 - 0.38C \times Cr + 0.76 \quad \cdots (2)$$

表面にSiO₂が形成されるので、スピネル構造の酸化被膜は、形成されにくくなり、その厚さを所望の厚さとすることはできなくなる。また、スピネル構造の酸化被膜中にSiO₂が多量に含まれると、金型母材とスピネル構造の酸化被膜との熱膨張率の差が大きくなり、非鉄金属材料の鋳造時に酸化被膜が剥離しやすくなる。

【0020】従って、上記の(2)式で示される[Cr]量を減少させて、スピネル構造の酸化被膜を厚くしやすい

状態にすれば、ある程度の含有量のSiを許容できるが、[Cr]量が増加した場合には、酸化被膜を厚くし難い状態となるので、Si含有量を極限まで低減する必要がある。即ち、Si含有量は、上記の(1)式で示される範囲内に制限することとした。

【0021】ただし、金型中のSi含有量を低減しすぎると、金型の被削性を劣化させる。従って、切削等の加工により成形される鋳造用金型の場合には、Cr含有量を1～6%の範囲とし、さらに、Si含有量を0.1%以上含有させるのが望ましい。即ち、Si含有量は、下記の(3)式で示される範囲内であるのが望ましい。ただし、(3)式中の[Cr]は、前記の(2)式によって求められるマトリックス中の固溶Cr量(質量%)である。

$$0.1 \leq Si \leq (2.7 / [Cr]) - 0.43 \quad \cdots (3)$$

【0022】(F) 本発明の鋳造用金型には、韌性を向上させることを目的として、Cu: 2%以下およびNi: 2%以下から選択される一種または二種を含有させてよい。

【0023】CuおよびNiはいずれも、金型の韌性を向上させるのに有効な元素である。従って、本発明の鋳造用金型に含有させてよい。その場合、Cuは0.6%以上、Niは0.3%以上とするのが望ましい。しかし、いずれの元素も、その含有量が2%を超えると、高温強度を低下させる。特に、Niは酸化しにくい元素であるため、その含有量が2%を超える場合には、金型の母材表面に濃化すると酸化被膜の形成を阻害する。従って、Cu、Niを含有させる場合の含有量をいずれも2%以下とした。なお、CuおよびNiの両方を含有させる場合にはCuチェックングを抑制する観点からNi \geq 0.25Cuとなるようにそれぞれの含有量を調整するのが望ましく、Ni \geq 0.5Cuとなるように調整するのが最も望ましい。

【0024】(G) 本発明の鋳造用金型には、高温強度を向上させることを目的として、W: 2%以下、Nb: 1%以下、Co: 4%以下、V: 1.5%以下、Zr: 1%以下およびTi: 1%以下から選択される一種以上を含有させてよい。

【0025】W、Nb、Co、V、ZrおよびTiは、いずれも炭化物を形成して、金型の高温強度を向上させるのに有効な元素である。従って、これらの元素の内から選択される一種以上を本発明の鋳造用金型に含有させてよい。その場合、Wは0.4%以上、Nbは0.2%以上、Coは0.2%以上、Zrは0.2%以上、Tiは0.05%以上とするのが望ましい。しかし、これらの元素の含有量が過剰な場合には、炭化物の量が多くなりすぎて、韌性を低下させる。従って、これらの元素を含有させる場合の含有量の上限をそれぞれ上記のように定めた。望ましくは、W: 1%以下、Nb: 0.5%、Co: 2%、V: 1%以下である。

【0026】なお、Vは、Crよりも酸化しやすい元素であるため、上記の効果に加え、Crが酸化されて金型表面にCr₂O₃が生成するのを抑制する効果を有する。従っ

て、Vは0.4%以上含有させるのが望ましい。しかし、Vが不純物中のNと窒化物を形成すると焼入れ加熱時の固溶V量が減少する。固溶V量が少ないと焼戻し時に2次析出するV炭化物の量が減少して、高温強度を低下させる。これを防止するためにはBを含有させると効果があるが、0.0100%を超えて含有させると韌性を低下させる。従って、本発明の鋳造用金型にBを含有させてもよいが、その含有量は0.0100%以下とするのが望ましい。

【0027】本発明の鋳造用金型を構成する鋼の不純物中のPは0.02%以下、Sは0.003%以下、Nは0.1%以下およびAlは0.2%以下に制限するのが望ましい。

【0028】(H) 本発明の鋳造用金型は、少なくとも溶融金属と接触する表面に存在する酸化被膜がスピネル構造の酸化被膜であることが必要である。「酸化被膜がスピネル構造の酸化被膜であること」とは、酸化被膜が(Fe, Cr)₃O₄を主体とする酸化被膜であることをいう。これは、上述したとおり、溶融金属と接触する表面に形成される酸化被膜がFe₂O₃主体のものである場合には、金型と酸化被膜との密着性が悪く、Cr₂O₃主体のものである場合には、溶損を防止するのに有効な厚さの酸化被膜とはならないからである。また、スピネル構造の酸化被膜は、低温の加熱処理によって生成するので、酸化被膜を形成させる過程において金型が歪むことはない。従って、本発明の鋳造用金型においては、溶融金属と接触する表面にスピネル構造の酸化被膜を形成させることとした。

【0029】なお、溶融金属と接触しない表面には、スピネル構造の酸化被膜を形成させても良いし、形成させなくても良い。これは、溶融金属と接触しない表面には、溶損が発生しにくいからである。また、金型表面に形成させたスピネル構造の酸化被膜の上に、更に、Fe₂O₃等の酸化被膜が生成していても良い。

【0030】(I) スピネル構造の酸化被膜の厚さは、0.2～30μmでなければならない。

溶融金属と接触する表面に存在するスピネル構造の酸化被膜の厚さが0.2μm未満の場合には、溶損を防止する被膜としては薄すぎるので、金型表面に溶融金属による溶損が進行する。一方、その厚さが30μmを超えると、酸化被膜自体が剥離しやすくなり、金型表面に溶融金属による溶損が進行するおそれがある。従って、溶融金属と接触する表面に存在するスピネル構造の酸化被膜の厚さは、0.2～30μmの範囲内とした。望ましいのは、0.5～20μmである。

【0031】(J) 本発明の鋳造用金型の製造方法について

本発明の鋳造用金型は、所定の化学成分に調整した鋼を通常の条件で溶解、鍛造(例えば、鍛造温度: 900～1300°C)した後、これを切削加工、放電加工等により金型の形状に加工し、これに所定の硬さ、強度を持たせるべ

く焼入れ焼戻し処理を施し、仕上げ加工を行った後に、低温加熱処理を実施することによって作製する。焼入れ焼戻し処理は、例えば、金型を880~1050°Cの温度で0.5~3時間保持した後、放冷、油冷またはガス冷し、その後、500~650°Cの温度で焼戻し処理を行えばよい。

【0032】ここで、「低温加熱処理」とは、所定の厚さの酸化被膜を形成でき、かつ金型が歪むことがない程度の低温で行う大気加熱処理または水蒸気雰囲気加熱処理をいう。具体的には、500~600°Cの温度範囲で行うのがよい。これは、加熱処理の温度が500°C未満の場合には、スピネル構造の酸化被膜を形成するのに長時間を要し、加熱処理の温度が600°Cを超える場合には、加熱処理の最中に金型が歪むおそれがあるからである。加熱時間は、金型表面に十分な厚さのスピネル構造の酸化被膜*

*を形成させるためには、3時間以上であるのが望ましい。また、硬質層を形成させるために、前処理として窒化処理を行ってもよい。

【0033】

【実施例】表1に示す化学組成を有する合金150kgを真空溶解炉で溶製し、得られた铸塊を機械加工によって所定の形状に加工して供試材とした。この供試材に1050°C×1時間の焼入れ処理および500°C×4時間の焼戻し処理を施した後、比較例6および本発明例2については、530°C×6時間のガス窒化処理および560°C×16時間の大気中加熱処理を施し、その他の実施例については、550°C×3時間の大気中加熱処理を施した。

【0034】

【表1】

	化学組成(質量%、残鉄Feおよび不純物)										(1)式 右辺の値
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Al	N	
比較例1	0.38	0.34*	0.42	0.010	0.001	5.00	1.41	0.73	0.0025	0.0068	0.25
比較例2	0.35	0.24*	0.56	0.007	0.001	5.36	3.05	0.89	0.007	0.0188	0.20
比較例3	0.11	0.50*	1.00	0.002	0.001	12.00	0.04	0.20	<0.005	0.0500	Cu:1.5,Ni:0.6,W:1.8
比較例4	0.11	0.01*	1.00	0.002	0.001	12.00	0.04	0.20	<0.005	0.0500	Cu:1.5,Ni:0.6,W:1.8
比較例5	0.39	1.02*	0.39	0.010	0.001	5.01	1.21	0.81	0.024	0.0141	0.26
比較例6	0.39	1.02*	0.39	0.010	0.001	5.01	1.21	0.81	0.024	0.0141	0.26
本発明例1	0.33	0.10	0.55	0.009	0.002	5.32	2.83	0.90	0.014	0.0209	0.20
本発明例2	0.33	0.10	0.55	0.009	0.002	5.32	2.83	0.90	0.014	0.0209	0.20
本発明例3	0.36	0.12	0.60	0.008	0.001	5.36	2.12	0.88	0.020	0.0210	0.20
本発明例4	0.48	0.26	0.78	0.013	0.001	1.35	0.48	0.16	0.012	0.0065	Ni:1.77
本発明例5	0.49	1.01	0.81	0.015	0.001	1.54	0.51	0.15	0.024	0.0063	Ni:1.68
本発明例6	0.21	0.24	0.99	0.011	0.001	1.40	0.27	-	0.005	0.0087	1.29

注:表中の「*」は、本発明で規定される範囲を外れることを意味する。

Si含有量が「(1)式右辺値」に示される値を超えるものは本発明の範囲を外れる。

【0035】加熱処理後の各供試材から外径20mm、長さ100mmの試験片を採取し、この質量を測定した(この質量をM1とする)。更に、この試験片をAl-7%Si-0.3%Mgの溶湯(温度:720°C)中で、移動速度を4.4m/minとして5時間移動させた後、付着した溶湯をNaOHで除去した後の試験片の質量を測定した(この質量をM2とする)。これらの測定値を下記の式に代入して溶損率を計算した。これを表2に示す。

$$(溶損率) = ((M1 - M2) / M1) \times 100 (\%)$$

【0036】続いて、比較例6および本発明例1~6について、下記の要領で酸化被膜の耐剥離性試験を実施した。即ち、上記の試験片を550°Cに保持した電気炉で3秒間加熱した後に水冷により室温まで冷却(室温になるまでの所要時間4秒)するのを1サイクルとし、これを5サイクル繰り返した後に、酸化被膜が剥離した部分の長さを測定し、比較例6の剥離量を1としたときの本発明例1~6のそれぞれの剥離量を表2に併記した。

【0037】

【表2】

	スピネル構造の酸化被膜の厚さ (μm)	溶損率 (%)	剥離量 の比	備考
比較例1	<0.1*	23.0	-	
比較例2	<0.1*	27.0	-	
比較例3	0.1*	28.6	-	
比較例4	<0.1*	15.8	-	
比較例5	<0.1*	22.1	-	SKD61
比較例6	5	0.1	1	SKD61
本発明例1	0.9	3.3	0.3	
本発明例2	5	0.0	0.4	
本発明例3	0.8	2.7	0.4	
本発明例4	2	7.4	0.3	
本発明例5	2	4.3	0.4	
本発明例6	2	6.4	0.5	

注:表中の「*」は、本発明で規定される範囲を外れることを意味する。

【0038】表2に示すように、本発明例1~6は、比較例1~5と比較して、スピネル構造の酸化被膜が厚く、溶損率が低い。比較例6は、本発明例1~6と同様の耐溶損性を示したが、本発明例1~6と比較して酸化被膜が剥離

し易いため、繰り返しの使用に耐えるものではない。これは、比較例6は、窒化処理および長時間の酸化加熱処理によって、その表面に厚い酸化被膜を形成したため、溶損率は低かったが、Si含有量が本発明で規定される範囲を超えるため、母材と酸化被膜との熱膨張率の差が大きく、これによって、酸化被膜が剥離しやすくなつたからである。

*

*【0039】

【発明の効果】本発明の鋳造用金型は、耐溶損性に優れるので、耐久寿命を向上させることができ。また、スピネル構造の酸化被膜は、低温の加熱処理によって形成させることができるので、製造時に金型が歪むという問題は発生しない。

フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	マークド(参考)
C 22 C	38/38	C 22 C 38/38	
	38/58		38/58
C 23 C	8/10	C 23 C 8/10	
(72)発明者	海野 正英 大阪府大阪市此花区島屋5丁目1番109号 住友金属工業株式会社関西製造所製鋼品 事業所内	(72)発明者	五十嵐 正晃 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内
		F ターム(参考)	4E092 FA10 GA10 4E093 NB09

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.